

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ СИСТЕМЫ К ВХОДНЫМ ФАКТОРАМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕТИ БАЙЕСА

Евсина Н. А.<sup>1)</sup>, Либерг И. Г.<sup>1)</sup>, Гапон А. И.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> *Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков,  
E-mail: newquasar838@gmail.com, i\_liberg@ukr.net,  
gaponold54@gmail.com*

Для корректировки области определения функций принадлежности нечетких множеств с целью получения требуемой чувствительности системы к входным факторам предложено использовать сеть Байеса. Этот выбор определяется неоднозначностью данных, поступающих на вход системы, вследствие чего рассчитывается вероятность гипотезы в условиях, когда на основе наблюдений известна лишь некоторая частичная информация о событиях.

Пусть  $W$  – выборочное пространство случайных событий, а  $E$  и  $H$  – две переменные, которые каким-либо образом взаимосвязаны между собой. Если переменная  $H$  принимает конкретное значение, то условная вероятность события  $E$ , т.е. вероятность с которой переменная  $E$  примет конкретное значение, определяется из выражения:

$$p(E|H_k) = \frac{p(E \cap H_k)}{p(H_k)}. \quad (1)$$

Две переменные не пересекаются, если они не имеют одинаковых значений. Теория построения сетей Байеса основывается на предположении, что события являются исчерпывающими и не пересекаются. В этом случае вероятность события  $E$  можно вычислить при помощи условных вероятностей:

$$p(E) = \sum_{i=1}^n p(E \cap H_i) = \sum_{i=1}^n p(E|H_i) p(H_i). \quad (2)$$

Используя формулу (1), вероятность пересечения событий  $E$  и  $H$  можно выразить следующим образом:

$$p(E \cap H_k) = p(E|H_k)p(H_k) = p(H_k|E)p(E), \quad (3)$$

откуда получаем:

$$p(H_k|E) = \frac{p(E|H_k)p(H_k)}{p(E)}. \quad (4)$$

С учетом (2) формулу (4) можно представить следующим образом:

$$p(H_k|E) = \frac{p(E|H_k)p(H_k)}{\sum_{i=1}^n p(E|H_i)p(H_i)}. \quad (5)$$

Последняя формула представляет собой формулу Байеса.

Для нахождения коэффициентов, определяющих область определения функций принадлежности нечетких множеств, используется следующий подход.

1. Рассчитываются вероятности входных факторов при априори заданной вероятности выходной переменной, при этом вероятности значений выходной переменной изменяются в максимально возможном диапазоне.

2. Определяется коэффициент максимального изменения вероятностей  $i$ -го параметра:

$$k_i = \frac{P_{max} - P_{min}}{\sum P}, \quad (6)$$

где  $\sum P$  – сумма значений вероятностей значений  $i$ -го фактора при различных априори заданных значениях выходной переменной.

3. Рассчитываются параметры, характеризующие область определения функций принадлежности нечетких множеств.

При этом следует учитывать, что большему значению  $k_i$  соответствует меньшая область определения функции принадлежности. Это делает систему более чувствительной к данному фактору [1]. Если  $\sigma$  – параметр, определяющий предварительную область определения функции принадлежности, то с учетом степени влияния данного фактора этот коэффициент принимает значение  $\frac{1}{k_i} \sigma_i$ .

Решение задачи производилось с использованием программной среды Matlab. Для настройки сети были определены значения входных факторов, соответствующих 100 значениям выходной переменной. Дискредитация переменных была произведена путем их разбиения на 3 приблизительно равных диапазона для входных параметров и 5 – для выходной переменной.

Для выходных параметров использовались треугольные функции принадлежности нечетких множеств [2]:

$$\text{trimf}(x, a, b, c) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b}\right), 0\right), \quad (7)$$

где параметры  $a$  и  $c$  определяют координаты основания треугольника, а параметр  $b$  определяет координату его вершины. При своей простоте эти функции позволяют получить требуемую точность дефазификации за счет фиксированной области их определения.

Исследования показали, что комплексное использование системы нечеткого логического вывода и сети Байеса в системах автоматического управления способствует повышению скорости и точности принятия решения за счет автоматизации процесса обработки поступающей информации.

### Список литературы

1. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1968. – 167 с.
2. Мелихов А.Н., Бернштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. – М.: Наука, 1990. – 272 с.